

**POZNATKY Z EXPERIMENTÁLNEHO OVEROVANIA POŽIAROV  
OSOBNÝCH AUTOMOBILOVÝCH VOZIDIEL V SKÚŠOBNEJ ŠTÔLNI**

**FINDINGS FROM EXPERIMENTAL VERIFICATION OF PASSANGER  
MOTOR CAR FIRES IN CLOSED SPACE**

**Abstrakt**

Príspevok sa venuje popisu experimentu požiaru osobných motorových automobilov v uzavretom priestore - v skúšobnej štôlni. Popisuje najmä jeho základné výstupy, namerané výsledky a čiastočne sa venuje vyhodnoteniu experimentu a stanoveniu hypotéz výskumu potrebných pre následné komplexné vyhodnotenie.

**Kľúčové slová:** osobný automobil, požiare, uzavretý priestor, experiment

**Abstract**

The article describes the experiment of fires of passenger motor cars in an enclosed space - test galleries. It describes in particular the essential outputs; outcomes measured and partially devoted to the evaluation of the experiment and determine the necessary research hypotheses for subsequent comprehensive evaluation.

**Key words:** car, fire, closed space experiment

**Úvod**

Problematika požiarov osobných automobilových vozidiel je vo svete veľmi aktuálna. Každý deň sa môžeme stretnúť so správami o požiaroch automobilov a to nie len pri haváriách. Veľmi aktuálnymi sú napríklad požiare v hromadných garážach, ktoré majú potenciál spôsobiť obrovské materiálne škody, v súvislosti so šírením požiaru v objekte, negatívnymi vplyvmi na stavebné konštrukcie objektu, ale tiež vplyvmi splodín horenia a osoby v uzavretom priestore. Okrem spomenutých faktorov je podstatná aj možná likvidácia požiaru, ktorá je v týchto sťažených podmienkach náročnejšia ako na voľnom priestranstve. Práve pochopenie správania sa požiaru automobilov v uzavretých hromadných garážach je podstatné ako pre projektovanie protipožiarnej bezpečnosti garáží, tak aj pre následný efektívny zásah záchranných zložiek. Za týmto účelom sa realizoval experiment požiaru osobných motorových vozidiel v uzavretej skúšobnej štôlni.

<sup>1</sup> Ing., PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta špeciálneho inžinierstva, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika, e-mail: Maria.Simonova@fsi.uniza.sk

<sup>2</sup> prof. Ing., PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta špeciálneho inžinierstva, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovenská republika, e-mail: Pavel.Polednak@fsi.uniza.sk

## Experiment a jeho cieľ

V rámci experimentálneho skúmania horenia osobných automobilov sa vykonali modelové skúšky zamerané na získanie údajov potrebných pre vytvorenie počítačovej simulácie horenia osobného automobilu a preskoku plameňa pri garážovom státi osobných motorových vozidiel v hromadných garážach. Cieľom experimentu bolo zaznamenať priebeh a rozvoj jednotlivých fáz horenia (v závislosti na čase horenia) osobného automobilu, zmerať vybrané parametre požiaru (najmä teploty pri požiari) potrebné pre vytvorenie počítačovej simulácie horenia automobilu a preskoku plameňa. Okrem toho pozorovať zvláštnosti, ktoré môžu pri horení v uzavretom priestore nastať.

Experiment prebiehal v skúšobnej štôlni firmy VVÚU, a. s. v Štramberku, kde sa simuloval uzatvorený priestor podzemných garáží. Pred vykonaním experimentu bola vytvorená a oponovaná metodika. Experiment prebiehal v dvoch samostatných skúškach a boli použité dve vedľa seba stojace vozidlá vo vzdialenosti cca 60 cm (simulácia podmienok pri parkovaní). Použité boli vozidlá Ford Escort a Renault 19.

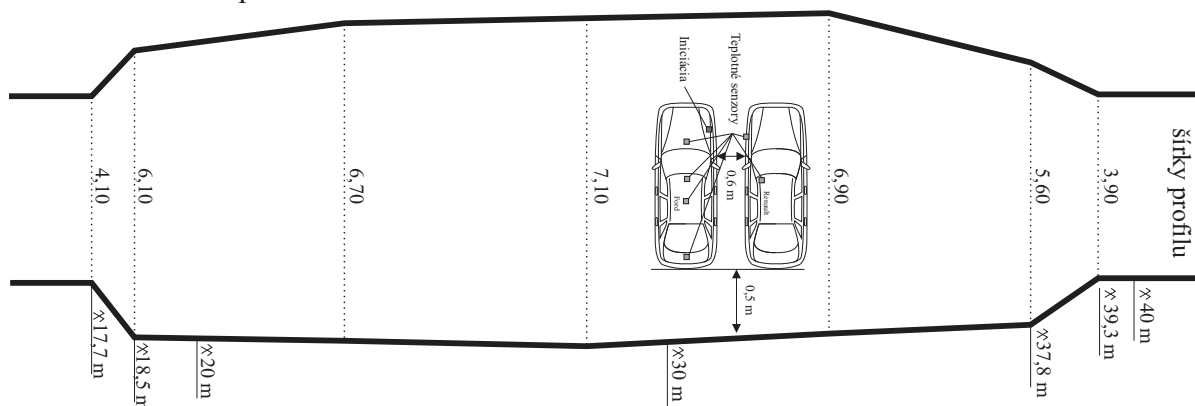
O každom experimente bol vykonaný podrobný zápis spolu s popisom metodiky, podľa ktorého experiment prebiehal.

## Postup experimentu

Experiment bol realizovaný vo viacerých fázach:

- príprava automobilov na experiment (skenovanie vozidla, určenie percentuálneho podielu horľavých látok vo vozidle, umiestnenie vozidiel v skúšobnej štôlni a ich zabezpečenie),
- inštalácia zariadenia na meranie teplôt - snímače,
- iniciovanie požiaru,
- meranie vybraných hodnôt,
- konečná fáza likvidácie požiaru a vyhodnotenia získaných údajov.

Jednotlivé fázy sú podrobne rozobraté v spomínanej metodike experimentu. Celý experiment bol rozdelený na dve samostatné časti, v ktorých sa sledovali požadované hodnoty. V predkladanom príspevku však popisujeme iba prvú časť experimentu. Po príprave automobilu na experiment a jeho umiestnení v skúšobnej štôlni, ako je uvedené na obrázku 1, boli umiestnené teplotné snímače.



**Obrázok 1:** Poloha vozidiel vo vzťahu k stenám skúšobnej štôlni pri experimente č.1[3]

Umiestnenie meracích snímačov vo vozidle je závislé na meranej veličine, type karosérie celkovej koncepcii osobného automobilu. Teplota pri horení a teplota splodín horenia bola meraná termočlámkami z NiCr-Ni s teplotným rozsahom od  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1]. Umiestnenie teplotných snímačov je znázornené na obrázku 2.

Konkrétne umiestnenie termočlámkov bolo nasledovné:

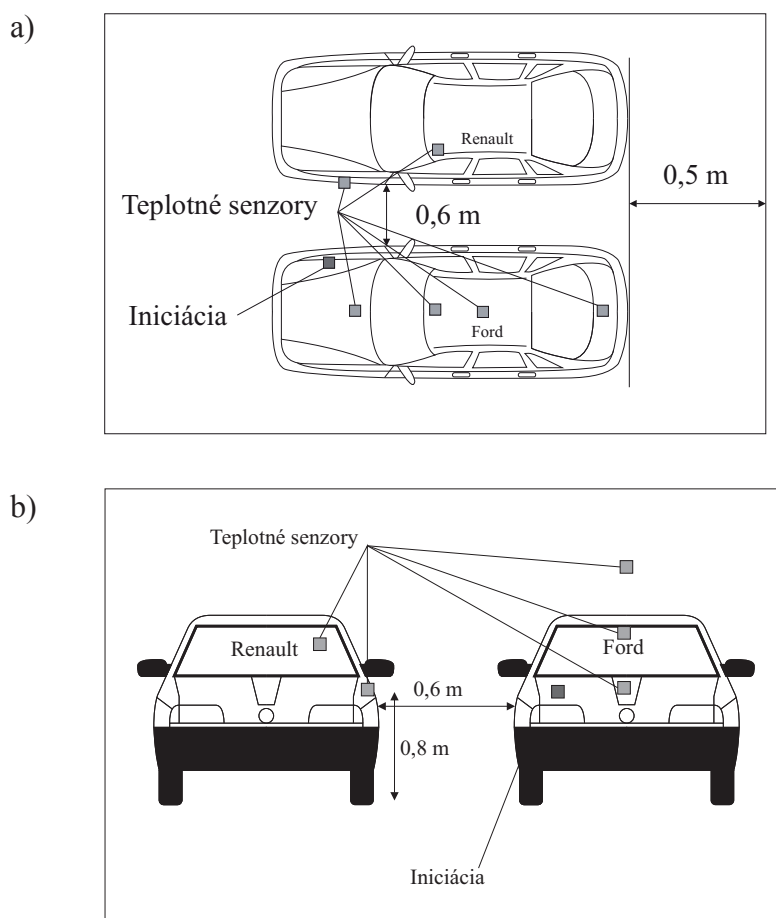
### Ford

*Teplotný snímač č. 0*, umiestnený v prednej časti vozidla - v motorovom priestore.

*Teplotný snímač č. 1*, umiestnený v interiéri vozidla nad volantom.

*Teplotný snímač č. 2*, umiestnený vo výške 20 cm nad strechou vozidla.

*Teplotný snímač č. 3*, umiestnený v zadnom kufri vozidla.



**Obrázok 2:** Umiestnenie teplotných snímačov (termočlámkov) vo vozidle a v priestore okolo vozidla pri experimente č. 1 [3]

### Renault

*Teplotný snímač č. 4*, umiestnený na prednej časti vozidla v oblasti ľavého blatníka (nad predným kolesom) na strane šoféra.

*Teplotný snímač č. 5*, umiestnený v interiéri vozidla nad sedadlom šoféra.

Okrem umiestnenia teplotných snímačov môžeme vidieť na obrázku 2 aj miesto iniciácie požiaru, ktoré je znázornené červeným. Simulovaný požiar bol iniciovaný v motorovom priestore vozidla. Iniciácia bola zabezpečená tkaninou o rozmeroch 10 x 10 cm. Táto bola impregnovaná benzínom (konkrétne 10 ml Uni 95) a umiestnená k nádržke s hydraulickým olejom pre posilňovač riadenia (vid'. obrázok 3) [2].



**Obrázok 3:** *Iniciácia požiaru pri experimente č. 1[4]*

Na iniciáciu horenia bol použitý plameň, ktorým bola látka zapálená. Veko motorového priestoru počas zapálenia (iniciácie horenia) bolo otvorené a po zapálení sa uzavrelo. Iniciácia bola hneď na prvý pokus úspešná. Po rozhození sa štôľňa uzatvorila. Doba trvania prvej fázy experimentu bola obmedzená iniciáciou druhého vozidla, stojaceho vo vzdialenosti 60 cm od horiaceho.

### **Meranie a dokumentácia výstupných hodnôt meracou a záznamovou technikou**

Experiment vzhľadom k podmienkam v akých bol realizovaný (uzavretý priestor) nebol zaznamenávaný stabilne umiestnenou technikou. Využitie boli záznamové zariadenia VVUÚ, a.s. Tiež bola využitá jedna termovízna kamera, ktorá však nemala záznamové zariadenie a slúžila iba na priebežné sledovanie vývoja požiaru. Kamera nebola stabilne umiestnená, obsluhovali ju príslušníci HZS ČR, ktorí sa počas experimentu v určitom obmedzenom čase zdržiavali v interiéri skúšobnej štôľne. Pri spracovaní a vyhodnotení meraní bol použitý grafický softvér WinControl vyvinutý pre merací prístroj Almemo. Počas celého trvania experimentu sa zaznamenávali v časovom intervale 10 sekúnd hodnoty nasledovných veličín:

*Teplota pri horení [°C]* Teplota pri horení bola meraná umiestnenými termočlánkami.

*Teplota splodín horenia [°C]* Teplota splodín horenia bola meraná umiestnenými termočlánkami

Okrem toho boli pred experimentom i po ňom v priestore realizácie odmerané nasledujúce veličiny:

- teplota - meraná na viacerých bodoch v priestore a okolí vozidla pomocou termočlánkov (bodové meranie teploty),
- rýchlosť prúdenia vzduchu,
- teplota okolia - počiatočná teplota okolia,
- vlhkosť vzduchu.

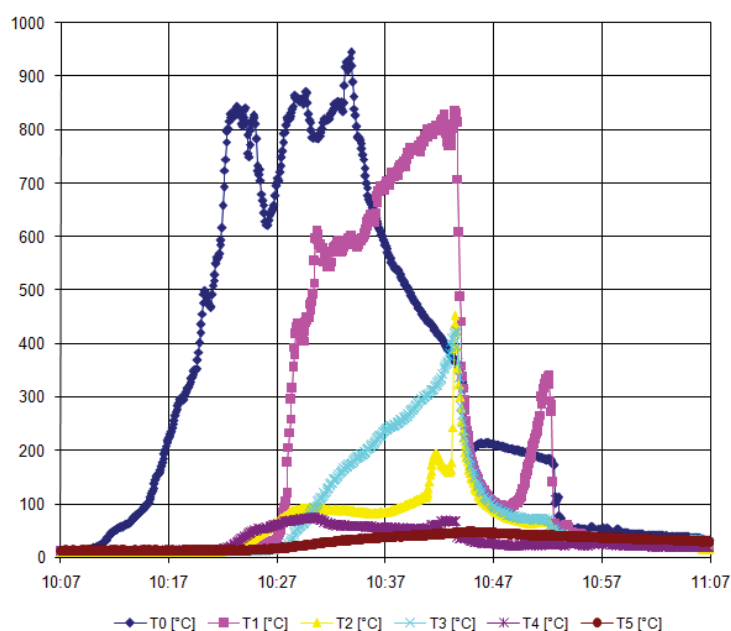
Aktuálne poveternostné podmienky, hodnoty a údaje vonkajšieho prostredia zmerané o 8.30 ráno pred realizáciou prvého experimentu boli nasledovné:

- teplota vzduchu 12,73 °C,
- vlhkosť vzduchu 97,6 %,
- tlak vzduchu 974 hPa,
- rýchlosť vetra 0 m.s<sup>-1</sup>(priestor je bez prúdenia vzduchu)
- rosný bod -10,1 °C,
- entalpia vzduchu 7,5 g/K.

Počas experimentu boli použité aj digitálne fotoaparáty na zaznamenanie konkrétnych detailov pred a po experimentálnom horení. Pribeh skúšky bol sledovaný aj termokamerou, avšak bez záznamu. Sledovaný priebeh experimentu bol nasledovný:

V 11 tej minúte experimentu sa objavili výrazné plamene a teplota v motorovom priestore vzrástla v tomto časovom úseku až na 500 °C. Teplota nameraná teplotným snímačom číslo 2 (umiestneným v exteriéri vozidla) bola v tomto čase cca 20 °C.

V 12 tej minúte plamene utlmili a v 13 tej minúte začalo silné dymenie, po ktorom nasledovala explózia (podľa predpokladov sa jednalo o pneumatiku). V 21 vej minúte požiar stále nepreskočil na vedľajší automobil. V interiéri iniciovaného automobilu a v zadnom kufri začala stúpať teplota. V prednej časti (v motorovej oblasti) začala teplota klesať a v 26 tej minúte dosiahla cca 200 °C. V spomenutej 26 tej minúte sa tiež začalo s hasením požiaru.



**Obrázok 4:** Priebeh teplotných kriviek pri experimente časť 1 (T0 – T5: označenie termočlánkov) [4]

Hasiči, ktorý sa väčšiu časť experimentu zdržiavali v interiéri skúšobnej štôlne konštatovali, že horenie prebiehalo bez problémov, pričom oheň sa šírila spredu dozadu. Dochádzalo k stekaniu horiacich materiálov z motorového priestoru na zem. Počas horenia došlo k trom silnejším explóziám, pričom sa jednalo o 2 gumeny a prasknutie predného skla.

Hasenie prebehlo bez problémov, kufor nad motorom sa dal otvoriť. V prvej fáze hasenia využili snehový hasiaci prístroj ( $\text{CO}_2$ ), ktorý však pri aplikácii spôsobil rozhorenie požiaru. Preto bola ako hasivo využitá voda. Komplexný časový priebeh nameraných hodnôt môžeme sledovať na obrázku 4.

Na ňom možno pozorovať farebne odlišené teplotné krivky pre jednotlivé termočlánky. Každý termočlánok má svoj vlastný teplotný priebeh. Podľa týchto priebehov sa dá s pomerne veľkou presnosťou posúdiť celý priebeh požiaru, jeho jednotlivé fázy, dosiahnuté maximálne teploty, narastanie teplôt, ale aj ich pokles a vyhasínanie. Okrem toho môžeme vyvodit' aj spôsob a rýchlosť jeho šírenia a podobne.

Na grafe (obrázok 4) môžeme pozorovať, že výsledné krivky sú namerané v časovom rozpätí jednej hodiny, pričom podstatná časť celého experimentu (fáza horenia) je v rámci cca 35 minút. Maximálna dosiahnutá teplota bola okolo 900 °C. Z pozorovania sa môže zdať podstatné napríklad, že pred každým výbuchom, ktorý bolo počuť stúpala teplota na niektorom z termočlánkov, z čoho sme odvodili, že sa pravdepodobne jednalo o výbuchy pneumatík.

## Záver

Veľkorozmerové skúšky, ktoré boli realizované v uzavretom priestore poskytli údaje, vďaka ktorým je možné spracovať matematické modely simulácie požiaru. Tieto simulácie sa následne dajú využiť v mnohých oblastiach, nie len pri hromadných garážach, ale čiastočne napríklad pri modelovaní horenia automobilov v tuneli.

Taktiež ich možno považovať za potenciálne prínosné napríklad v oblasti zisťovania príčin vzniku požiaru osobných automobilových vozidiel. Pri prvej časti experimentu je podstatným zistením, že požiar automobilu v uzavretom priestore bez prúdenia vzduchu nie je schopný preskočiť na vedľajší automobil, vzdialený od horiaceho 60 cm, čo je normovaná vzdialenosť zaparkovaných automobilov. Veľký vplyv na šírenie požiaru majú aj moderné používané materiály, ktoré obsahujú rôzne látky, spôsobujúce zhasínanie plameňa - retardéry horenia[5]. Tiež je možné vyvodit' predbežné závery a hypotézy, že horenie v prípade uzavretých priestorov bez prúdenia vzduchu sa šíri iba v obmedzenom rozsahu.

*Príspevok bol písaný v rámci projektu APVV-0532-07.*

## Literatúra

- [1] Svetlík, J.: Požiar v motorovom priestore osobného motorového vozidla. In.: *Ochrana pred požiarmi a záchranné služby*. FŠI ŽU V Žiline, 2010. ISBN: 978-80-554-0208-6.
- [2] Halada, L. - Weisenpacher, P. - Glassa, J.: Possible use of computer fire simulation for automobile fire safety purposes. In.: *Ochrana pred požiarmi a záchranné služby*. FŠI ŽU V Žiline, 2010. ISBN: 978-80-554-0208-6.
- [3] Metodika realizácie experimentov horenia osobného motorového automobilu.
- [4] Zápis o vykonanom experimente 01/26102009
- [5] Osvaldová, L.: Retardéry horenia. In: *Arpos*, 18-19, 2005, s. 18-21, ISSN: 1335-5910.